

La propagación de material de siembra  
de calidad para mejorar la salud  
y productividad del cultivo

Prácticas clave para las musáceas

# Guía ilustrada





# Agradecimientos

Bioversity International quisiera agradecer aquí a todas aquellas organizaciones e individuos que contribuyeron al desarrollo de la guía ilustrada titulada “La propagación de material de siembra de calidad para mejorar la salud y productividad del cultivo: Prácticas claves para las musáceas” por compartir sus conocimientos y experiencias, proporcionar críticas constructivas o colaborar con fotografías de alta calidad durante todo el proceso.

El desarrollo y producción de esta guía, disponible en cuatro idiomas (Español, Inglés, Francés y Árabe), fue apoyado por contribuciones financieras de parte de la Agencia de Desarrollo de Austria, del Fondo Común para los Productos Básicos (CFC), de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), del Programa de Investigación de CGIAR sobre Raíces, Tubérculos y Banano y de USAID a través del proyecto TARGET.

Al mismo tiempo, Bioversity International quisiera agradecer particularmente a:

- Marie-Line Caruana de CIRAD, Danny Coyne del IITA, Luis Pocasangre, Franklin Rosales y Rony Swennen de Bioversity International por sus aportes científicos,
- Pascal Chaput por sus fotos, la traducción al francés, edición y supervisión del diseño,
- David Guardado y Karen Lehrer por el diseño y la diagramación,
- Claudine Picq por la edición técnica y la coordinación de la producción,
- y los numerosos fotógrafos que colaboraron con sus imágenes, quienes están listados en los créditos, con sus respectivos reconocimientos en la guía, por sus iniciales.

## Créditos

**Autores:** Charles Staver y Thierry Lescot

**Edición:** Pascal Chaput

**Fotografías:**

AN: Alphonse Nkakwa Attey, Vesma, Camerún

CS: Charles Staver, Bioversity International

DC: Danny Coyne, IITA, Nigeria

GB: Guy Blomme, Bioversity International

GO: Gisela Orjeda, Bioversity International

IPB: Institute of Plant Breeding, Filipinas

IVDB: Inge van den Bergh, Bioversity International

JC: Julio Coto, FHIA, Honduras

JCR: Juan Carlos Rojas, Perú

LP: Luis Pocasangre, Bioversity International

MLC: Marie-Line Caruana, Cirad, Francia

OB: Oscar Bustamante, Nicaragua

PC: Pascal Chaput, Nicaragua

P-YT: Pierre-Yves Teycheney, Cirad, Francia

QDPI: Queensland Department of Primary Industry, Australia

SD: Sylvie Dallot, Cirad, Francia

SMA: Samuel Mpiira, NARO, Uganda

TL: Thierry Lescot, Cirad, Francia

YM: Yvan Mathieu, Vitropic, Francia

**Diseño:** Enmente

ISBN: 978-92-9255-016-5



# Contenido

<b>1. ¿Es importante la calidad del material de siembra para la productividad de las plantaciones de plátano y banano? .....</b>	<b>5</b>
Minimizar la transmisión de enfermedades y plagas.....	6
Mejorar el potencial de producción.....	7
Planificar la duración de la cosecha .....	8
<b>2. ¿Cuáles son las principales plagas insectiles y enfermedades transportadas en el material vegetativo de siembra? .....</b>	<b>9</b>
Problemas de plagas generalizados, pero fáciles de manejar en finca .....	10
Prácticas claves de manejo para plagas fáciles de manejar en la finca .....	11
Problemas de plagas que requieren cuidados especiales en finca .....	12
Prácticas claves para el manejo de plagas que requieren cuidados especiales en finca .....	14
Problemas de plagas que requieren técnicas de propagación especializadas fuera de la finca.....	15
Prácticas clave para el manejo de plagas que requieren técnicas de propagación especializadas fuera de la finca... ..	16
<b>3. ¿Qué tan uniforme necesita ser el material de siembra?.....</b>	<b>17</b>
<b>4. ¿Podemos mejorar el rendimiento potencial a través de la selección de las plantas madre? .....</b>	<b>19</b>
Ejemplos de selección de plantas madre con características deseables.....	19
Principios de selección de plantas madre deseables.....	20
<b>5. ¿Cuáles son los métodos de propagación más comunes? .....</b>	<b>21</b>
1) Hijos extraídos de campos de producción de banano y plátano .....	21
2) Hijos reproducidos en parcelas de multiplicación.....	22
3) Micro-cormos .....	23
4) Propagación por yemas axilares.....	24
5) Plantas provenientes de cultivo de tejido.....	25
<b>6. ¿Cómo la presencia de plagas y enfermedades afecta el método de propagación a utilizar?.....</b>	<b>27</b>



<b>7. ¿Cuáles son las prácticas clave de multiplicación para cada método que garanticen la calidad del material de siembra? .....</b>	<b>28</b>
Prácticas clave para la selección de plantas madre superiores y saludables .....	28
Prácticas claves para la extracción y preparación de hijos para la siembra directa .....	30
Prácticas clave para la multiplicación de hijos en parcelas .....	34
Prácticas claves para la producción de plantas de micro-cormos .....	35
Prácticas claves para la propagación de plantas a partir de yemas axilares .....	36
Prácticas claves para la compra de vitroplantas .....	39
Prácticas clave para el crecimiento en vivero de micro-cormos, plantas a partir de yemas axilares y vitroplantas . . .	40
<b>8. ¿Cómo decidir cuál método utilizar, tomando en cuenta que se requiere mucho tiempo para producir grandes cantidades de material de siembra de alta calidad. ....</b>	<b>42</b>
Programas alternativos para producir 50,000 plantas cuando hay presencia de enfermedades que requieren cuarentena. ....	42
Programas alternativos cuando no hay presencia de las principales enfermedades que requieren una cuarentena .	44
<b>9. Claves para mejorar el material de siembra en la finca en cuanto a servicios, materiales, información y quién los provee. ....</b>	<b>48</b>
Referencias .....	50
Glosario .....	53



## CAPITULO 1: ¿Es importante la calidad del material de siembra para la productividad de las plantaciones de las musáceas?

Las musáceas<sup>1</sup> son un cultivo importante para las familias de los pequeños productores en climas tropicales y sub-tropicales: contribuyen a la seguridad alimenticia, diversifican la dieta y generan ingresos a millones de hogares rurales. Cada año, las familias productoras siembran o resiembran sus plantaciones de musáceas, usando más de 20 a 30 billones de cormos o algún otro tipo de material vegetativo de siembra.

Esta guía ilustrada resume las prácticas clave para la producción de material de siembra, con mayor potencial de producción, para los pequeños productores, dependiendo de las plagas y enfermedades que se presenten.

Esta guía también está diseñada para contribuir a planificar mejor la propagación del material de siembra para proyectos de desarrollo rural y de mitigación de desastres.

Una versión sencilla de este manual está disponible, como fichas de campo para productores, bien ilustradas con fotografías. Las leyendas y explicaciones de los diferentes métodos, de ser necesario, pueden ser traducidas a los dialectos o lenguas locales.

<sup>1</sup> En este texto nos referimos bajo el término de musáceas a la gran diversidad de tipos y variedades del género *Musa* como musáceas, excepto cuando el comportamiento de los diferentes grupos es importante para el manejo. En estos casos haremos mención del grupo – banano AAA, plátano AAB, banano ABB, etc.



## Minimizar la transmisión de enfermedades y plagas

Cada cormo es una oportunidad de mejorar el rendimiento y la calidad de la cosecha de los pequeños productores, pero también puede contribuir a una planta poco productiva. Igual que con los demás cultivos propagados vegetativamente, la mala selección del material de siembra puede ayudar a transmitir plagas insectiles, enfermedades fungosas o bacterianas y virus. Un material de siembra infectado con plagas y enfermedades puede resultar en pérdidas del 20 al 100% de la primera cosecha, dependiendo del problema y puede reducir el número de cosechas a la mitad o menos.

Obtener suficiente material de siembra libre de insectos y enfermedades es un reto grande para los pequeños productores, porque no sólo necesitan cinco o diez hijos cada año, sino cientos o miles de ellos. Si sólo el 10 al 20% del material de siembra está infectado, las plagas y enfermedades rápidamente pasan a las plantas sanas reduciendo tanto el tamaño del racimo como el número de cosechas. Algunas enfermedades como el virus “bunchy top” del banano y la marchitez por *Fusarium* son letales y las nuevas plantaciones provenientes de hijos infectados no tendrán ninguna producción.



Los cormos libres de plagas y enfermedades son muy importantes para los pequeños agricultores, con patio diversificado, aunque pueden preferir, para el auto-consumo, una diversidad de variedades que produzcan pocas cabezas cada mes. (GO)





Los pequeños agricultores que producen para el mercado local y para el auto-consumo suelen sembrar una o dos variedades. Les interesa plantaciones con una larga vida que producen varias cosechas. Ellos deben usar material de siembra sin plagas ni enfermedades. A través de una cuidadosa selección de plantas madre, pueden también mejorar el potencial productivo de sus plantaciones en cada siembra o resiembra. (CS)

## Mejorar el potencial de producción

Cada hijo sembrado tiene el potencial de producir racimos, cuyo tamaño y características dependen de la planta madre. Los productores, durante miles de años, han seleccionado plantas con características especiales para la siembra y resiembra, generando así la agro-biodiversidad mundial. Productores del Este de África tienen más de 200 tipos de su banano AAA EAH. Hoy en día, el reto para cada productor es sembrar hijos con mayor potencial de cosecha en cada nueva plantación, mediante la selección de hijos de las mejores plantas madre, eliminando las plantas menos productivas.



## Planificar la duración de la cosecha

Además de la transmisión de plagas y enfermedades y del potencial de cosecha, la calidad de los materiales de siembra, también, puede contribuir a la duración de la cosecha. Hijos de diferentes tamaños, sembrados en el mismo campo, producirán los primeros racimos en un período de tiempo más largo que aquellos hijos u otros materiales de siembra que son mucho más uniformes. Para el consumo familiar, una producción distribuida en el tiempo es conveniente, pero, para el mercado, tener más racimos en un corto período de tiempo puede ser una estrategia más rentable.



Grandes cantidades de insumos y alta densidad anual de plantas pueden ser usadas para concentrar las cosechas en períodos de tiempo cortos, cuando los precios son altos.

Tales sistemas demandan un material de siembra, limpio con alto potencial productivo y un tamaño bastante uniforme. (LP)



## CAPITULO 2: ¿Cuáles son las principales plagas insectiles y enfermedades transportadas por el material vegetativo de siembra?

Unas diez plagas y enfermedades pueden trasladarse de plantaciones viejas donde están presentes a plantaciones nuevas recién sembradas en cormos y otros materiales de siembra. Estas plagas y enfermedades pueden ser agrupadas en categorías dependiendo de qué tan fácil son manejadas por los productores o por otros proveedores de servicios a la producción.

- 1) **Los nematodos y picudos de las musáceas:** estas plagas muy frecuentes pueden ser fácilmente manejadas por los productores y con poco riesgo.
- 2) **Las marchitez bacteriana o fungosa y el virus del rayado (BSV) del plátano (AAB):** este grupo de enfermedades requiere un manejo especial en la finca, y puede acarrear algunos riesgos.
- 3) **El virus “bunchy top”, virus del rayado en el banano AAA y otros virus en musáceas:** estas enfermedades pueden ser controladas solamente por técnicas de propagación fuera de la finca.

**Nota:** El virus del bunchy top, el virus del mosaico de las brácteas, la marchitez por *Fusarium* raza tropical 4 y las marchiteces bacterianas (*Xanthomonas* y *Ralstonia*) solamente se encuentran en ciertas regiones y países. La cuarentena internacional y nacional tiene como meta reducir la introducción de estas enfermedades a nuevas áreas. Contacte a sus autoridades locales para saber si estas enfermedades cuarentenadas están presentes en su país o localidad.





## Problemas de plagas generalizados, pero fáciles de manejar en finca

Algunos fitonematodos y el picudo de las musáceas, transmitidos a través de un material de siembra infectado, se pueden manejar con prácticas sencillas en la finca para producir material de siembra relativamente sano.



Los fitonematodos barrenadores y lesionadores causan descoloraciones café rojizas en raíces saludables, las cuales son normalmente de color blanco. Las raíces terminan poniéndose negras con daños severos. (CS)



Los nematodos agalladores de las raíces producen raíces deformes. (IPB)



Los nematodos son pequeños animales similares a los gusanos que viven en el suelo. Ellos no pueden observarse a simple vista, pero el daño que causan avisan a los productores de su presencia. Ellos debilitan las raíces y las plantas frecuentemente caen cuando los racimos están todavía muy pequeños. Plantas sin racimos pueden incluso desplomarse. (PC)





Las larvas del picudo de las musáceas se alimentan de los cormos y pseudo-tallos, formando una red de tuneles caracterizados por un tejido muerto ennegrecido. Estos tuneles debilitan los cormos y las plantas frecuentemente se quiebran, a nivel del cormo. (PC)



(PC)



(PC)



(PC)

### Prácticas claves de manejo para plagas fáciles de manejar en la finca

1. Seleccionar el material de siembra de plantaciones jóvenes y vigorosas, en su primer ciclo de producción.
2. Pelar o hervir los hijos o cepas para minimizar el daño por nematodos o la presencia de picudos. Eliminar los hijos con un exceso de tejido necrotico de color negro o marrón;
3. Aplicar medidas sanitarias (pelando o hirviendo) cerca de dónde se extrajeron los hijos. Esto evita la contaminación del campo que se va a sembrar, con raíces infectadas o pedazos descartados de los cormos.
4. Almacenar los hijos lejos de cualquier plantación de musáceas.
5. Asegurarse de usar substratos limpios (libres de fitonematodos) para las bolsas de vivero, si se están usando técnicas de macro-propagación.



## Problemas de plagas que requieren cuidados especiales en finca

Se debe hacer uso de buenas prácticas para reducir la transmisión de nematodos y picudos, a través de los materiales de siembra, en la multiplicación de todo tipo de material de siembra. Prácticas adicionales, en finca o en los viveros locales, son necesarias para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades producidas por bacterias y hongos en los materiales de siembra.

La raza tropical 4 de *Fusarium* es particularmente letal, aunque presente principalmente en Asia, porque ataca muchos grupos y variedades de musáceas.

El virus del rayado del banano (BSV) se encuentra comunmente en el genoma B del plátano (AAB) y en ciertos híbridos que presentan el genoma B en su secuencia genética. Estas secuencias de virus están generalmente “dormidas”, razón por la cual la producción de plátanos AAB sigue siendo normal en plantaciones que se originan de hijos. Condiciones de estrés hídrico o de fuerte fluctuación de temperaturas pueden activar la secuencia del BSV y resultar en plantas con síntomas y producción reducida. El uso de prácticas especiales en la finca, principalmente la eliminación de plantas con síntomas, ofrece la mejor opción para reducir el impacto del BSV sobre la producción. Existen métodos moleculares para detectar la presencia de secuencias de virus en el genoma B del plátano AAB pero, por lo general, no están disponibles para su uso comercial. En la sección “Problemas de plagas que requieren técnicas de propagación especializadas fuera de la finca,” se menciona BSV que afecta otros cultivares (banano AAA).



La marchitez bacteriana causa amarillamiento de las hojas más viejas y provoca la muerte de las plantas. Nunca se debe tomar hijos de las plantas con estos síntomas o de ninguna planta vecina, ya que la bacteria es transportada también por el agua y los insectos. Los campos que presentan marchitez bacteriana generalmente no deben ser usados para sacar hijos. (OB)

*Erwinia* se evidencia por la presencia de tejido suave y de aspecto acuoso en la superficie del tallo, el cual es rápidamente invadido por otros organismos causando la pudrición del tejido. (PC)



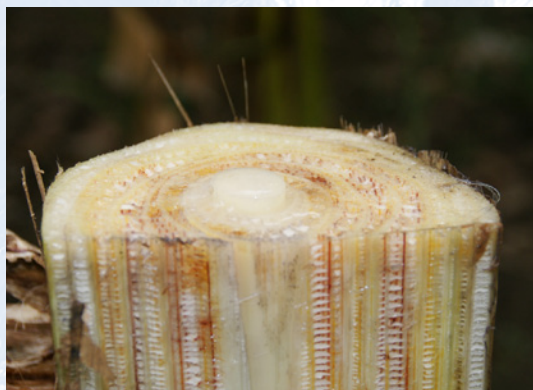
Plantas con *Fusarium* muestran un amarillamiento progresivo de las hojas, iniciando con las hojas más viejas, seguidas por la marchitez y dobladura de las hojas. (PC)



Las enfermedades bacterianas y fungosas pueden ser detectadas, algunas veces, en los cortes transversales del tallo. Un corte transversal del tallo saludable debe aparecer de color blanco y sin manchas de otro color.



Cuando la marchitez bacteriana está presente, se puede observar un exudado de color marrón, en el corte transversal del tronco a menudo asociado a una decoloración del pseudo-tallo. (PC)



El hongo invade las raíces y el sistema vascular de la planta, evidenciado por hilos marrones pasando a lo largo del pseudo-tallo. (PC)



Hojas exteriores del pseudo-tallo se observan con tejido suave y de aspecto acuoso, con decoloración café a medida que se extiende. (PC)



(TL)



(TL)



(SD)

BSV en plátano AAB se evidencia por la presencia de hojas gruesas y distorsionadas, con rayas y manchas cloróticas que posteriormente se vuelven necróticas. Es común que el tallo se raje. La presencia de BSV también produce el rompimiento del verticilo de las hojas cuando emerge el racimo y la deformación del mismo.



## Prácticas claves para el manejo de plagas que requieren cuidados especiales en finca

### En el caso de la marchitez bacteriana y fungosa:

1. No extraer hijos o retoños de campos contaminados.
2. Si no hay plantaciones libres de marchitez, extraer hijos solamente de las plantas distantes de las plantas enfermas y que estén ubicadas en las zonas altas de las pendientes.
3. Extraer los hijos de las plantas que están a punto de cosecharse, cuando los síntomas son más visibles. Evitar usar las plantas que presentan síntomas sospechosos y las plantas vecinas.
4. Para reducir la propagación de la marchitez bacteriana en la plantación, hay que quitar la flor masculina lo mas pronto posible despues de la formación del racimo. No extraer hijos o retoños de plantas con síntomas sospechosos o de plantas cercanas a ellas.
5. Para prevenir la diseminación de la marchitez bacteriana, de un hijo a otro a través de las herramientas, se debe desinfectar los machetes y otras herramientas usadas para la extracción de los hijos y para el mondado de cada hijo. Sin embargo, la desinfección no es efectiva para la marchitez fungosa.
6. Descartar cualquier hijo con indicios de decoloración en un corte transversal del tallo.
7. Desinfectar y seleccionar los hijos cerca de las plantaciones donde fueron extraídos. Esto evita la contaminación de las nuevas plantaciones con raíces o cortes de cormos dañados.

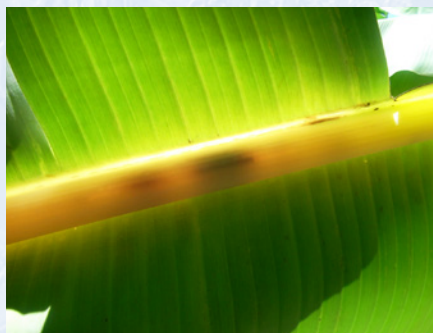
### En el caso del BSV en plátano (AAB):

1. No se debe extraer hijos de plantas con BSV.
2. Extraer los hijos de plantas a punto de cosecharse, cuando los síntomas son más visibles.
3. Eliminar rigurosamente las plantas anormales y las plantas con síntomas de BSV en cualquier etapa de multiplicación y establecimiento de la plantación.
4. Volver a plantar en zonas cercanas para limitar la difusión potencial del virus.



## Problemas de plagas que requieren técnicas de propagación especializadas fuera de la finca

Ciertos tipos de virus tienen un impacto muy severo en el rendimiento. Si estos virus están comunmente presentes en el material de siembra en una región, los productores no pueden usar el material de siembra obtenido de sus plantaciones o de plantaciones vecinas. Plantas libres de virus producidas in vitro deben ser multiplicadas en laboratorios especializados, con protocolos de prueba y limpieza de virus.



Los virus del rayado del banano (BSV) en banano AAA son de diferentes tipos pero todos producen los síntomas típicos de rayas cloróticas en las hojas y peciolos evolucionando a manchas necróticas. Los síntomas descritos acá para el BSV son muy parecidos a los del BSV en plátano AAB. (JCR)



Plantas con BSV frecuentemente muestran rajaduras en el tallo. (P-YT)



Con el virus "bunchy top" del banano (BBTV), las hojas nuevas crecen en posición vertical, tienen apariencia achaparrada y están agrupadas. Cada hoja nueva emerge más pequeña, delgada y frágil, con amarillamiento marginal y rayas de color verde oscuro en la nervadura central, nervaduras secundarias y el pseudo-tallo. (CS)



El virus del "bunchy top" puede aparecer en los hijos, aunque las plantas adultas no presenten los síntomas. El virus está presente antes de que los síntomas típicos de amarillamiento y achicamiento de las hojas ocurran. (CS)





El virus del mosaico de las brácteas del banano (BBrMV) no puede ser detectado visualmente en los retoños. El BBrMV genera manchas en las hojas que desaparecen en 48 horas y un mosaico amarillo o blanco-rojizo en el seudo-tallo. Sin embargo, unas rayas de color marrón rojizo o decoloraciones en las brácteas masculinas son los síntomas para identificar la presencia del virus. (CS)

Otros virus conocidos incluyen al virus del mosaico del pepino (CMV) y al virus del mosaico suave del banano (BMMV). Cuando se presentan solos, estos virus causan daños mínimos, pero pueden causar pérdidas serias de rendimiento, si hay infecciones por varios virus a la vez. El CMV también puede volverse más dañino si otros cultivos susceptibles como el pepino, sandía y calabaza se siembran como cultivos asociados dentro de las plantaciones de musáceas.

### Prácticas clave para el manejo de plagas que requieren técnicas de propagación especializadas fuera de la finca

1. En regiones con presencia de BSV (excepto en plátano AAB) y BBTV, se deben usar plantas *in vitro* provenientes solamente de cultivos de tejido de laboratorios con equipamiento completo para la detección y limpieza del virus.
2. Si se proponen conseguir vitroplantas provenientes de regiones con BBrMV (principalmente en Asia), deben aceptar solamente vitroplantas de laboratorios de cultivos de tejido que tienen capacidades para la detección de todos los virus. Se puede reducir los riesgos de recibir plantas contaminadas comprando solamente vitroplantas procedientes de laboratorios certificados con procedimientos de trazabilidad de países libres de virus como el BBrMV y BBTV.
3. Cuando compren vitroplantas, asegurense que estos u otros virus, tales como el CMV y BMMV, han sido eliminados antes de la multiplicación.
4. Si emplean vitroplantas como fuente de material de siembra para macro-propagación, se debe usar múltiples técnicas de aislamiento para prevenir la infección de las plantas resultantes con BBTV, BSV en variedades de bananos AAA y marchiteces bacterianas.
5. En el caso de vitroplantas para plátano AAB, hay que eliminar rigurosamente las plantas atípicas o anormales y las que tengan síntomas de BSV en cada etapa de la multiplicación y establecimiento de la plantación.



## CAPITULO 3: ¿Qué tan uniforme necesita ser el material de siembra?

Diferentes tipos de materiales de siembra pueden ser extraídos de una plantación establecida de musáceas. Casi cualquier forma o tipo de hijos o de cormos principales puede ser usado, ya sea intacto o cortado en pedazos para sembrar nuevas plantaciones.



Cormo sin parir arrancado. (PC)

Todos los diversos materiales de siembra, de diferentes formas y tamaños, son útiles para producir un racimo, aunque ciertos materiales de siembra tienen un ciclo de producción más corto entre la siembra en el campo y la cosecha. **Los cormos provenientes de tallos grandes sin parir tienen el intervalo más corto de la siembra a la cosecha**, seguido por los cormos de espada grandes y luego, los cormos de espada pequeños. Los cormos pequeños e hijos de agua tienen el intervalo más largo de la siembra en el campo a la cosecha.



Hijo de espada grande. (PC)



Hijo de espada pequeño. (CS)



Una mata que ya ha producido su primera cosecha puede tener cormos, hijos o retoños de diferentes tamaños. Aún los hijos de agua y los retoños más pequeños pueden ser extraídos y puestos a crecer en viveros. Los cormos procedentes de tallos grandes, antes o después de la cosecha, también se pueden usar como fuente de material de siembra. (PC)



Al sembrar una nueva plantación, los productores pueden necesitar unos cuantos cientos o miles de cormos u otro material de siembra. Mientras **más uniforme sea el material que se siembra**, en términos de edad y tamaño, **más concentrada estará la cosecha** en un período entre 2 a 5 meses o más. Si el material de siembra posee muchos tamaños o el campo se siembra durante un período de varios meses, la cosecha será más distribuida en el tiempo.



“Hijo de agua”. (CS)

Además del tamaño y de la edad del material de siembra, el tipo de musáceas y su variedad también tendrán algún efecto en la duración del período de cosecha. Dependiendo de sus objetivos, los dueños de las fincas pueden preferir una plantación con la cosecha distribuida en el tiempo para el consumo familiar o una plantación comercial altamente uniforme para cosechar grandes cantidades de un mismo tipo, en un período de tiempo corto.



“Peepers”. (PC)



## CAPITULO 4: **¿Podemos mejorar el rendimiento potencial a través de la selección de las plantas madre?**

En el mundo actual existen cientos de variedades de bananos, plátanos, guineos, cambures y matooke. Por miles de años, los productores de Asia, África y el Pacífico han venido observando sus plantaciones y barbechos y han seleccionado plantas con características especiales.

Cada variedad actual tiene ciertos aspectos que hace que se distingue de las otras variedades como el tamaño y forma de los racimos y dedos, el sabor, textura y olor del fruto, y el color y forma de los tallos y hojas. Sin embargo, cada variedad es también caracterizada por una cierta variabilidad en algunos de los mismos aspectos ante mencionados. Esta variabilidad provee una interesante oportunidad a través de la cual los pequeños productores pueden mejorar la productividad de sus plantaciones. Dicho de manera sencilla, se debe tomar el material de siembra únicamente de plantas que tienen un comportamiento superior al promedio, en rasgos importantes tales como el número y tamaño de los dedos, estatura de la planta, intervalo de retoño entre la cosecha del racimo de la planta madre y la cosecha del racimo de los cormos de retoño. Esta práctica a través del tiempo tiene un efecto multiplicador doble: la reducción de plantas con rasgos inferiores al promedio y el incremento de plantas con rasgos deseables.

### Ejemplos de selección de plantas madre con características deseables

Las compañías exportadoras de bananos identificaron algunas pocas plantas elite dentro de las plantas con características sobresalientes en sus plantaciones. Después de realizar pruebas de detección de virus, esas plantas elite son multiplicadas en laboratorios de cultivo de tejido, para generar líneas monoclonales de plantas que tienen un crecimiento y características del racimo muy uniformes. Esto no sólo incrementa el potencial de cosecha, sino permite tener mayor densidad de siembra, dado que todas las plantas tienen un tamaño similar y existe menos efecto de sombreado por plantas vecinas más altas.



El Instituto Taiwanés de Investigación en Banano (Taiwan Banana Research Institute, TBRI) ha usado una selección masal para identificar plantas con una mayor tolerancia a la marchitez por *Fusarium*. Cada año, los productores de banano taiwaneses resiembran sus plantaciones de bananos con vitroplantas, una estrategia inicialmente diseñada para evitar pérdidas de cultivos por tifones. Desde la aparición de la marchitez por *Fusarium*, los científicos y productores han estado seleccionando plantas que continúan creciendo aunque las plantas vecinas hayan sido afectadas por *Fusarium*. A través de esta estrategia, nuevas líneas de banano (Cavendish AAA) han sido identificadas con tolerancia a la raza sub-tropical 4 de *Fusarium*, aún cuando generalmente se considera que Cavendish es susceptible a esta enfermedad.

### Principios de selección de plantas madre deseables

- Identificar las características importantes sobre las cuales se centrará el proceso de selección.
- Determinar los valores mínimos o máximos de las características tomadas en cuenta en el proceso de selección.
- Marcar las plantas en cosecha que tienen características interesantes para la selección.
- Seleccionar plantas madre solamente entre las plantas ubicadas en condiciones homogéneas.
- Evitar plantas en los bordes o favorecidas por otras condiciones del entorno.
- Evitar plantas que tienen características anormales o síntomas de plagas o enfermedades predominantes.

Los hijos seleccionados por esta vía pueden ser sembrados o multiplicados usando diversas técnicas.



## CAPITULO 5: ¿Cuáles son los métodos de propagación más comunes?

Existen cinco métodos comunes para obtener material de siembra para el establecimiento de nuevas plantaciones de musáceas. Cada método tiene requerimientos específicos, en términos de facilidades y equipos; una tasa de multiplicación característica y ciertos riesgos de contaminación de plagas y enfermedades. Los métodos varían desde la extracción de pocos hijos de una parcela, a pequeños viveros de unos pocos cientos de plantulas distribuidas a nivel local, y hasta unidades de producción industrial de varios millones de vitroplantas por año para la exportación.

Las técnicas específicas están descritas e ilustradas a continuación. En secciones posteriores, se describirán las buenas prácticas para las diferentes etapas de multiplicación de las plantas.

### 1) Hijos extraídos de campos de producción de musáceas



Una planta de musácea produce hijos que brotan de yemas de la planta madre. Estos cormos pueden ser extraídos y sembrados para establecer un nuevo campo. (CS)



Los hijos deben ser extraídos de plantas madre, con técnicas apropiadas para evitar debilitar sus sistemas radiculares de apoyo. (PC)



## 2) Hijos reproducidos en parcelas de multiplicación



Cuando las plantas inician la floración, antes de la emergencia de la flor, son decapitadas para detener el desarrollo del racimo y estimular el brote de hijos. Puede usarse también la “falsa decapitación” o doblado del tallo que impide la floración, pero mantiene el tallo madre intacto y estimula el brote de hijos. (PC)



Una parcela de multiplicación de cormos se siembra con altas densidades, hijos de buena calidad, libres de plagas y enfermedades en suelos bien drenados y profundos, ricos en materia orgánica. (JC)



Decapitar estimula la emergencia de 10 a 20 retoños por tallo. (PC)



Estos hijos pueden entonces ser extraídos para ser sembrados en plantaciones comerciales con adecuadas prácticas para minimizar la transmisión de plagas y enfermedades. (JC)



### 3) Micro-cormos



Pequeños hijos con forma de cono, de 200 a 300 gramos, son extraídos de un campo en producción o de una parcela de multiplicación de hijos. (PC)



Los hijos son pelados, tratados con desinfectantes y luego, sembrados en bolsas de vivero llenadas con un sustrato limpio. (CS)

Después de 6 a 8 semanas, las plantas alcanzan un tamaño apropiado para el trasplante en el campo. Las plantas pueden ser agrupadas por tamaño y número de hojas para asegurar un crecimiento y tiempo de cosecha más uniforme. (CS)



Debido a que todas las plantas son saludables y vigorosas en cuanto a su crecimiento, las nuevas plantaciones no presentarán grandes fallas en el arreglo de siembra. (PC)



#### 4) Propagación por yemas axilares



Las hojas de los hijos de espada de tamaño medio (200 a 500 g) son cortadas cuidadosamente, una por una, para exponer las yemas axilares que se encuentran en la base de cada vaina foliar. El brote principal se destruye con un corte en equis, en la parte superior. (TL)



Los retoños son cubiertos por una cama de aserrín húmedo, dentro de una cámara de plástico con alta humedad, durante varias semanas. (TL)



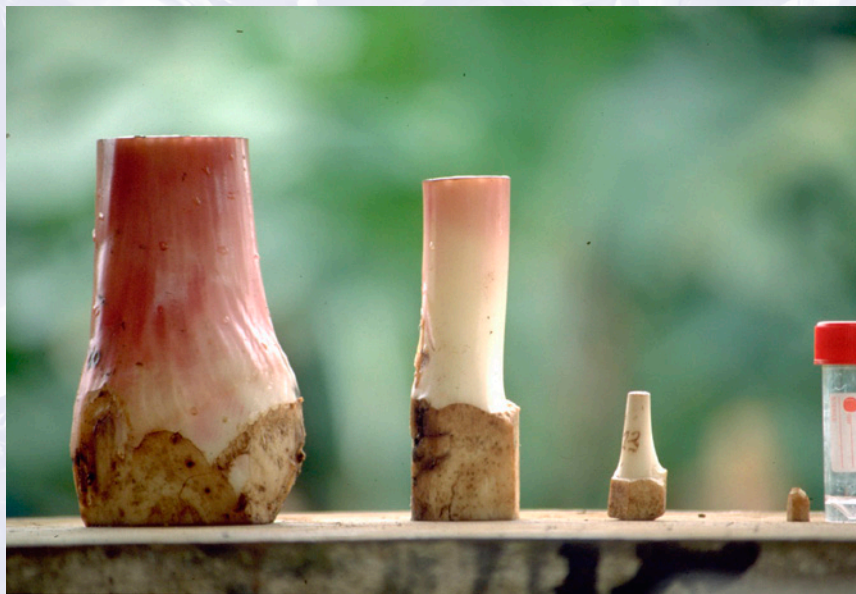
Los nuevos brotes son cuidadosamente cortados de los cormos y estos son devueltos a la cámara para estimular la producción de brotes adicionales. Estos nuevos brotes también son removidos. Un cormo puede producir entre 15 y 60 brotes durante un período de 4 a 5 meses. (TL)



En los viveros, los brotes son sembrados en bolsas llenadas con un sustrato limpio donde crecen durante 1 a 2 meses hasta ser trasplantados al campo definitivo. (TL)



## 5) Plantas provenientes de cultivo de tejido



Los hijos deben ser extraídos de campos en zonas libres de enfermedades, analizados para determinar la presencia de enfermedades y, si es necesario, limpiados. Los apices se desinfectan antes de su introducción a un laboratorio esteril. (YM)



Los meristemos son extraídos individualmente y se transfieren a un medio para crecer y enraizar. Cada meristemo produce 3 a 20 nuevos meristemos que son extraídos y cultivados dando un número igual de nuevos meristemos. Los meristemos iniciales se pueden multiplicar así no más de 10 veces (alrededor de 1,000 a 2,000 vitroplantas) para minimizar el riesgo de plantas anormales. (YM)







(TL)



(YM)

Las pequeñas plantas (meristemas) son limpiadas y separadas por tamaño y luego, colocadas en bandejas o macetas individuales. Pasan de 4 a 7 semanas aumentando en tamaño y área foliar, en un vivero cerrado con alta humedad y luz limitada.

(YM)



Las plantas son trasplantadas a bolsas más grandes llenadas con sustrato limpio y colocadas en un vivero de adaptación.

Poco a poco, se adaptan a la mayor iluminación solar y a la menor humedad propias de las condiciones de un campo abierto. En unas 4 a 7 semanas, las plantas están listas para el transplante.



(TL)



## CAPITULO 6: ¿Cómo la presencia de plagas y enfermedades afecta el método de propagación a utilizar?

En las páginas iniciales de esta guía, se ha hecho referencia a tres categorías de plagas y enfermedades – fáciles de manejar en finca, manejables en finca con cuidados especiales y manejables solamente con prácticas especializadas fuera de la finca. En el cuadro abajo el riesgo de la transmisión de ocho plagas y enfermedades importantes está planteado para los cinco métodos de multiplicación más comunes. Esta estimación del riesgo se aplica solamente si ciertas prácticas claves están empleadas para cada método con el debido cuidado y destreza. Estas prácticas están detalladas en la siguiente sección. Por favor, preste atención a las prácticas claves cuando usted planifique la preparación o compra de material de siembra. Por supuesto, si su área está libre de uno de estos problemas fitosanitarios, como por ejemplo BBTv en América Latina, el riesgo se reduce, salvo que se está trayendo material de siembra de otro continente o de una zona donde la enfermedad o plaga está presente.

**Riesgo de transmisión de plagas y enfermedades para cada método de multiplicación, asumiendo que se usa buenas prácticas de multiplicación en un 100%**

Plagas o enfermedades	Hijos seleccionados de campos en producción	Hijos crecidos en parcelas de multiplicación	Micro-cormos	Propagación de yemas axilares	Cultivo de tejido
	Verde = bajo riesgo; amarillo = riesgo moderado; rojo = riesgo alto				
Nematodos					
Picudos					
Enfermedades bacterianas*					
Mal de Panamá *					
BSV (AAB)					
BBTV*					
BSV en AAA y ABB*					
Otros virus					

(\*) Si la plaga o enfermedad no está presente en la región, significa que el riesgo se reduce sustancialmente.



## CAPITULO 7: ¿Cuáles son las prácticas clave de multiplicación para cada método que garanticen la calidad del material de siembra?

Los agricultores utilizan técnicas de bajo costo, tanto como sea posible, en sus plantaciones. Sin embargo, el uso de material de siembra de baja calidad, contaminado con plagas y enfermedades, puede tener un impacto negativo, tanto en los rendimientos como en las ganancias. Aun las vitroplantas se venden como limpias y de alta calidad genética, pero esta tecnología supuestamente moderna no elimina los riesgos de planta fuera de tipo o contaminadas con virus o bacterias, si los procedimientos indicados no son respetados. Los productores necesitan conocer las prácticas clave de cada método de multiplicación, para así tomar decisiones bien fundamentadas en cuanto a sus planes de producción. En este documento, no describimos todos los detalles de la multiplicación de materiales de siembra, sino que identificamos las prácticas clave determinantes para la calidad del material de siembra.

### Prácticas clave para la selección de plantas madre superiores y saludables

1. Extraer hijos solamente de campos libres de virus de BBTV, BBrMV, BSV o CMV.
2. Extraer hijos solamente de campos libres de marchitez bacteriana o fungosa.
3. Extraer hijos solamente de campos con una mínima presencia de nematodos y picudos.
4. A lo largo del año, marcar las plantas con racimos grandes, como una fuente de hijos cuando el racimo esté cosechado. Una vez pasada la cosecha, podría ser difícil reconocer estas plantas de características superiores.
5. A lo largo del año, marcar las plantas con hojas abundantes y saludables, raíces con buen anclaje, tallo robusto, y que tengan altura por debajo de la media, como fuentes de hijos.
6. Si seleccionan hijos por multiplicación en cultivo de tejidos en laboratorio e incluso a través de la propagación de yemas axilares, seleccionar cuidadosamente las plantas madre con las mejores características y sin defectos. Si la planta madre élite no se ha seleccionado bien, entonces el material multiplicado no ofrecerá todas las ventajas esperadas de una alta tasa de multiplicación.
7. El material extraído de plantas madre superiores, para uso en la multiplicación *in vitro*, debe ser puesto en cuarentena y se debe comprobar que está libre de virus y marchiteces bacterianas.





Seleccionen hijos de plantas que han estado marcadas previamente por su vigor, altura menor que la media, buen anclaje radicular, tallo robusto y racimos grandes. Extraigan hijos de plantas jóvenes con pocos nematodos y picudos. (PC)



**No** extraigan hijos de plantaciones viejas o de plantaciones en las cuales las plantas superiores no han sido identificadas. (CS)

### Cuidados en la selección de la planta madre

1. **No** extraer hijos de plantaciones viejas e improductivas.
2. **No** seleccionar hijos de plantas sin observar su racimo.
3. **No** seleccionar hijos de campos con marchitez bacterial o fungosa, BBTV, BBrMV, CMV o BSV.



## Prácticas claves para la extracción y preparación de hijos para la siembra directa

1. Utilizar prácticas identificadas en la sección sobre la selección de plantas madre superiores y sanas.
2. Seleccionar hijos de espada que hayan alcanzado 1 metro antes de que las hojas anchas hayan salido, aunque los hijos de agua y las secciones de cormos, cosechados de cormos y plantas jóvenes, también pueden ser usados.



Material de siembra preferible. (PC)



Material de siembra aceptable. (PC)



Material de siembra aceptable. (DC)

3. Usar tratamiento de mondado (pelado) o agua hirviendo para desinfectar el material de siembra.

### Para pelar:

- Mondar los cormos en el campo donde son extraídos, hasta que quede solamente el tejido blanco.
- Descartar cualquier hijo que tenga el cormo muy reducido en relación al tamaño del tallo, que tenga el cormo con abundante tejido marrón-negruzco o que tenga manchas descoloridas o exudados en el corte transversal del tallo.
- Trasladar de inmediato los cormos tratados a un área lejos de la plantación de musáceas, para evitar nueva contaminación con picudos. Los picudos son atraídos por el olor de la savia de los cormos.





Hijo con buen mondado. (PC)



Mondado incompleto.  
**No** aceptable. (PC)



Restos de galerías de picudo.  
**No** aceptable. (PC)



Corno pequeño  
**No** aceptable. (PC)



Sección descolorada en tallo  
**No** aceptable. (PC)



Con exudado  
**No** aceptable. (SM)



## Para el tratamiento de cormos con agua caliente

- Seleccionar hijos con el tejido del cormo abundante, sano y blanco, descartando todos los hijos con poco cormo, con manchas o exudados en un corte transversal del seudo-tallo, con abundante tejido del cormo de color marrón o negro, o con galerías. No es necesario pelar el cormo completamente.
- Sumergir los cormos en agua hirviendo durante 30 segundos.
- Trasladar de inmediato los cormos tratados a un área lejos de cualquier plantación de musáceas, para evitar la nueva contaminación con picudos.



Cornos listos para su inmersión en agua hirviendo. (DC)



Tratamiento con agua hirviendo. (DC)



Cornos después del tratamiento. (DC)



## Cuidados durante la extracción y preparación de los cormos para la siembra directa

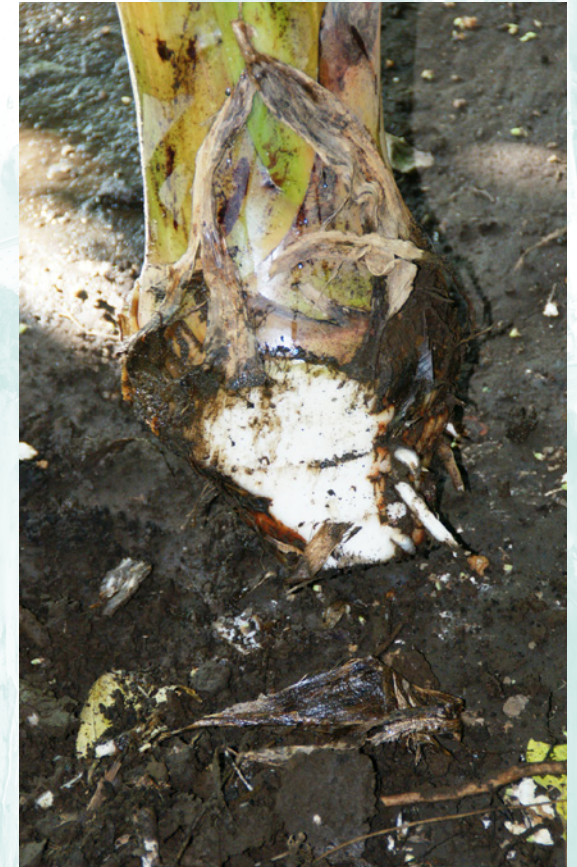
1. **No** sembrar cormos enfermos o mal preparados.



**No** siembren cormos con infestaciones de picudos o nematodos. (PC)



**No** siembren cormos con decoloraciones o exudados en secciones de tallo. (SM)



**No** siembren cormos con raíces cortadas o parcialmente peladas, ya que los picudos y nematodos pueden estar aún presentes. (PC)



## Prácticas clave para la multiplicación de hijos en parcelas

1. Aplicar las prácticas señaladas en la sección de selección de plantas madre superiores y sanas.
2. Aplicar las prácticas señaladas en la sección de selección y preparación de hijos para siembra directa, incluyendo las de mondado o desinfección con agua caliente.
3. Seleccionar una parcela para la siembra donde no se haya sembrado musáceas por más de un año y que esté alejada de los lugares donde hay plantaciones de musáceas.
4. Eliminar cualquier planta atípica o con síntomas problemáticos y descartar el campo como fuente de material de siembra si se encuentran plantas con síntomas de BBTv, BSV, BBrMV, marchitez bacteriana o Mal de Panamá.
5. Eliminar las flores antes de la emergencia (por decapitación, “falsa decapitación”, tallo doblado).

## Cuidados durante la multiplicación de cormos en parcelas

1. **No** fallar en la eliminación del tallo floral.



La decapitación sirve para eliminar el punto de crecimiento antes de la emergencia de la flor y para estimular la formación de hijos. (JC)



La “falsa decapitación” también sirve para estimular la formación de hijos por la inhibición de la emergencia de la flor. (OB)



Los hijos deben ser cosechados tan pronto como alcancen el tamaño mínimo útil para dar espacio a los hijos restantes. (JC)



## Prácticas claves para el crecimiento de micro-cormos

1. Usar las prácticas señaladas en la sección sobre selección de plantas madre superiores y sanas.
2. Usar las prácticas señaladas en la sección sobre extracción de hijos de parcelas en producción.
3. Realizar mondado en hijos con peso de 200 a 500 gramos y agrupar cormos de tamaño similar.
4. Seguir las prácticas clave de viveros de adaptación.

## Cuidados en el crecimiento de micro-cormos

1. **No** usar hijos que no estén mondados.
2. **No** dejar plantas muy pegadas sin clasificarlas, especialmente después de dos semanas.



Los pequeños cormos son mondados. (PC)



Los cormos mondados se siembran en bolsas con substrato limpio. (PC)



Las plantas rebrotadas son clasificadas y separadas en grupos uniformes. Las plantas atípicas y con poco vigor son eliminadas. (CS)



La sombra debe ser eliminada gradualmente antes del trasplante al campo definitivo. (LP)



## Prácticas claves para la propagación de plantas a partir de yemas axilares

1. Usar las prácticas señaladas en la sección sobre selección de plantas madre superiores y sanas.
2. Usar las prácticas señaladas en la sección sobre extracción directa de la plantación.
3. Mondar los cormos que alcancen un peso de 200 a 500 gramos, hasta que se vea solamente el tejido blanco.
4. Cortar las hojas, una a una, exponiendo así las yemas axilares en la base de cada hoja. Hacer un corte profundo en forma de equis sobre el punto principal de crecimiento, en el centro del corte transversal del tallo.
5. Preparar camas altas de aserrín humedecido, dentro de una cámara con paredes de plástico transparente que esté parcialmente sombreada.
6. Eliminar cualquier retoño que brote de la yema principal, ya que este inhibirá los brotes de las yemas axilares.
7. Remover cuidadosamente los brotes de yemas axilares que ya tienen raíces, teniendo el cuidado de mantener intacto el bulbo en la base del tallo.
8. Regresar los cormos al aserrín humedecido para rebrotes adicionales.
9. Seguir las prácticas clave para el desarrollo y adaptación de plantas en vivero.



Los rebrotes son mondados y luego se cortan las hojas, una a una, hasta exponer la yema axilar en la base de cada hoja. (TL)



Los rebrotes son puestos en camas de aserrín humedecido, dentro de una cámara de alta humedad. La cámara debe tener cerca de 50% de sombra. (TL)



Los rebrotes de las yemas principales deben ser eliminados tan pronto como aparecen, ya que inhiben el brote de las yemas axilares. (TL)





La cama de aserrín debe ser humedecida frecuentemente. Si no hay condensación de agua sobre las paredes interiores de la cámara húmeda, el aserrín estará demasiado seco. (GB)



Los cormos pueden ser regresados a la cámara húmeda para que emerjan nuevos rebrotes que podrán ser cortados y pasados al vivero cuando tengan el tamaño indicado. (TL)



Los brotes originados de las yemas axilares deben ser cuidadosamente cortados y transplantados en bolsas en viveros de adaptación. (OB)



### Cuidados en la propagación de yemas axilares

1. **No** permitir que un retoño de la yema principal crezca libremente.
2. **No** dañar las yemas axilares en el proceso de cortar las hojas.
3. **No** dejar un exceso de tejido de hojas tapando las yemas axilares.
4. **No** permitir que la temperatura en la cámara húmeda se eleve excesivamente o que el aserrín de la cámara se seque.



Los cormos mal preparados producen pocos brotes de las yemas axilares.

**No** aceptable. (CS)



El crecimiento del brote principal suprimirá el crecimiento de las yemas axilares.

**No** aceptable. (CS)



## Prácticas claves para la compra de vitroplantas

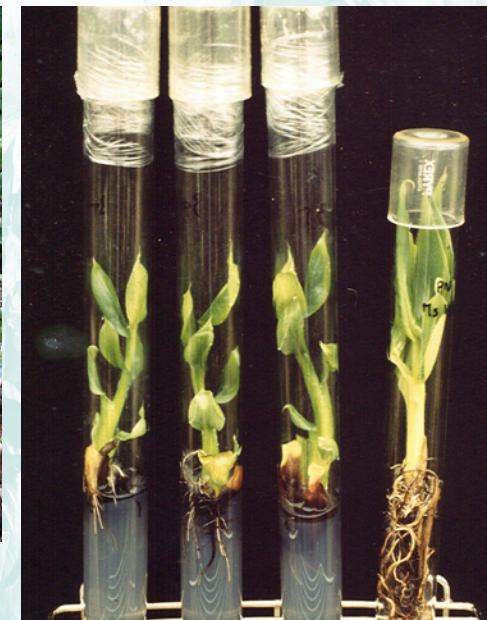
1. Exigir garantías de que las vitroplantas fueron multiplicadas de plantas madre superiores de las variedades recomendables para las condiciones climáticas de la zona de producción.
2. Exigir garantías de que las plantas madre venían de zonas libres de marchitez bacteriana (*Xanthomonas* y *Ralstonia*) y fungosa (*Fusarium* raza tropical 4) y de virus (BBTV y BBrMV).
3. Exigir las pruebas de virus de las plantas madre para asegurar que las vitroplantas no portaban BBTV, CMV, BSV, BBrMV u otros virus. Para el BSV en plátano, se debe usar la prueba IC-PCR.
4. Pedir la certificación de que las vitroplantas son libres de infecciones bacterianas (especialmente *Xanthomonas* y *Ralstonia*) y fungosas (sobre todo *Fusarium* raza tropical 4).
5. Pedir la certificación de que solamente 1,000 plantas fueron generadas de un brote apical.
6. Exigir una garantía de que el número de plantas atípicas no pasará del 5%. En el caso que el porcentaje sea superior al límite, se debe recibir plantas de sustitución gratuitamente.

## Cuidados al comprar plantas *in vitro*

1. **No** comprar plantas *in vitro* sin certificados de calidad de las plantas madre, procedimientos de prueba de virus y ausencia de contaminación por bacterias y hongos.



Las vitroplantas pueden tener un mal desempeño en el vivero y en el campo, debido a una contaminación por bacterias y hongos en el laboratorio. (TL)



Los virus pueden ser introducidos a través de vitroplantas, si la detección de virus no es rigurosa. (MLC)



## Prácticas clave para el crecimiento en vivero de micro-cormos, plantas a partir de yemas axilares y vitroplantas

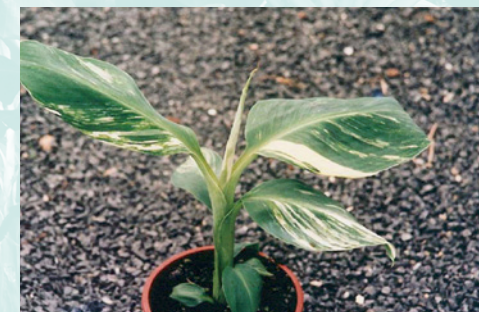
1. Escoger un sitio con buen drenaje y con fácil acceso a fuentes de agua limpia para el riego.
2. Para reducir el riesgo de infección desde plantaciones de musáceas cercanas, especialmente por insectos, incluyendo hormigas, se debe emplear una malla para proteger el vivero. Además, se debe mantener libre de vegetación una franja de 10 metros alrededor del vivero.
3. Planificar un máximo de 50% de sombra, la cual puede ser gradualmente reducida y luego eliminada justo antes del trasplante.
4. Preparar un sustrato limpio, rico en materia orgánica y nutrientes adecuados para el crecimiento inicial de plantas vigorosas y a la vez libre de nematodos y posible contaminación por bacterias o hongos.
5. Eliminar frecuentemente las plantas anormales y atípicas con poco vigor y las plantas con enfermedades.
6. Incrementar el espacio entre las bolsas en el vivero, a medida que las plantas crezcan y las hojas comiencen a traslaparse.



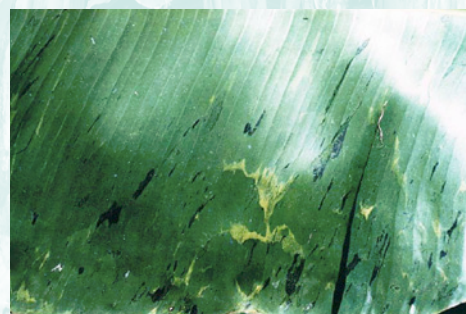
El sitio del vivero debe tener buen drenaje, con buena circulación de aire y fácil acceso al agua para riego. (IVDB)



El sustrato debe estar libre de contaminación por plagas y enfermedades, pero también rico en materia orgánica y nutrientes. (LP)



Todas las plantas atípicas, no saludables o de crecimiento lento, deben ser eliminadas. (QDPI)





### Cuidados cuando produzcan plantas en viveros de adaptación

1. **No** usar suelo contaminado con fitonematodos.
2. **Evitar** el exceso de sombra o una sombra dispareja.
3. **Aislar** el lugar de posibles contaminaciones externas (por insectos o vía el agua de riego).
4. **No** fallar en descartar plantas atípicas, enfermas o de crecimiento lento.
5. **No** mantener plantas demasiado pegadas, limitando así su acceso a la luz y buena circulación del aire.
6. **No** olvidarse de clasificar las plantas por tamaño y número de hojas.
7. **No** mantener plantas por mucho tiempo en el vivero.



**No** mantener una sombra excesiva. A medida que las plantas crezcan, pueden tolerar y aprovechar más luz. (PC)



**No** mezclar plantas pequeñas y grandes. (PC)



**No** amontonar las plantas. Ellas requieren más espacio para desarrollar más hojas y mayor altura. (CS)



## CAPITULO 8: ¿Cómo decidir cuál método utilizar, tomando en cuenta que se requiere mucho tiempo para producir grandes cantidades de material de siembra de alta calidad

Para la producción de material de siembra limpio y de alta calidad, es de suma importancia escoger la técnica apropiada a los problemas de plagas y enfermedades de la localidad. Además, hay que planificar el proceso de multiplicación para asegurar disponer a tiempo de plantas para la siembra. Esto es especialmente importante en plantaciones de secano, cuando la siembra se debe realizar en un período corto durante el año.

A continuación, se mencionan varios programas de multiplicación combinando diferentes técnicas, las cuales han sido descritas anteriormente en esta guía. Ellas proveen una guía general sobre el período de tiempo necesario y la eficiencia de la multiplicación. Dependiendo de la infraestructura, del terreno y de los costos de mano de obra, las opciones pueden ser más viables y menos costosas en unos lugares que en otros.



Cormos. (PC)



Micro-cormos. (PC)



Multiplicación de cormos en parcelas (PC)



Yemas axilares. (TL)



Vitroplantas. (YM)



Combinación de varios métodos. (PC)



## Programas alternativos para producir 50,000 plantas cuando hay presencia de enfermedades que requieren realizar la multiplicación fuera de la finca

En regiones donde están presentes los BBTV, BSV en banano AAA o Fusarium Raza 4, el uso de hijos producidos localmente en campos para siembra directa o la producción de hijos en parcelas, de micro-cormos o de plantas de yemas axilares representan un riesgo muy alto de multiplicación de enfermedades. La única opción accesible depende de la multiplicación in vitro con brotes apicales garantizados libres de virus. A mediano plazo, si el programa logra sostenerse durante un período de 5 a 10 años, el proceso de selección puede incluir la identificación de clones superiores, con un alto y uniforme potencial productivo.

**La opción 1** (ver tabla 1) es más aplicable cuando las vitroplantas son baratas y la tasa de reinfección es alta. Esta estrategia se usa en Taiwan bajo amenaza de marchitez por Fusarium, y en las Filipinas cuando la presencia de BBTV es muy alta. Bajo tales condiciones, el uso de parcelas de multiplicación de cormos representa un alto riesgo de reinfección que no permite la implementación de cámaras de multiplicación en base a yemas axilares.

**La opción 2** (ver tabla 1) es muy exigente en término de medidas de protección que hay que aplicar durante varias etapas, pero puede ser aplicable donde el riesgo de reinfección es bajo, donde la producción de vitroplantas es más cara o las facilidades de laboratorio son limitados y la variedad a multiplicar es principalmente de interés local.



**Tabla 1. Opciones para la multiplicación de material de siembra donde están presentes enfermedades que requieren cuarentena**

<b>Opción 1: Vitroplantas</b>			<b>Opción 2: Vitroplantas, parcelas de multiplicación de cormos, plantas de yemas axilares</b>		
<b>Pasos</b>	<b>Tiempo (meses)</b>	<b>Factores que afectan la multiplicación</b>	<b>Pasos</b>	<b>Tiempo (meses)</b>	<b>Factores que afectan la multiplicación</b>
Selección, indexación, limpieza de 55 meristemos apicales libres de virus y enfermedades de los variedades deseados.	6 a 12	Pequeñas pérdidas debido a sobrevivencia y multiplicación de meristemos apicales.	Selección, indexación, limpieza de 2 meristemos apicales libres de virus y enfermedades de los variedades deseados.	6 a 12	Pequeña pérdida debido a sobrevivencia y multiplicación de meristemos apicales.
Producción de 55,000 vitroplantas	6 a 12	1 meristemo apical produce 1,000 vitroplantas	Producción de 210 vitroplantas.	8 a 10	1 meristemo apical produce 1,000 plantas.
Vivero de desarrollo y fortalecimiento para producir 50,000 plantas, en condiciones « insect proof ». Indexación (virus + bacterias) entre 1/100 y 1/1,000 en salida	2 a 3	Pérdida del 8 a 10% de plantas atípicas por bolsas de vivero dañadas y plantas que no sobreviven al trasplante.	Vivero de desarrollo y fortalecimiento para producir 205 plantas.	2 a 3	Pérdidas de 8-10% de plantas: Eliminación de 3% de plantas atípicas y bolsas dañadas.
			Cámaras de alta humedad con 2,000 cormos.	6	1 cormo produce 25 plantas de yemas axilares.
			Viveros de adaptación con 50,000 plantas	2 a 3	Pequeñas pérdidas por bolsas de vivero dañadas y plantas que no sobreviven al trasplante
<b>Total</b>	<b>14 a 27</b>			<b>32 a 44</b>	



## Programas alternativos cuando no hay presencia de las principales enfermedades que requieren una cuarentena

En regiones donde las enfermedades que requieren una cuarentena están ausentes, existen numerosas opciones para producir un material de siembra limpio. El principal reto, en estas regiones, es desarrollar clones superiores con potencial productivo alto y uniforme. El uso de la multiplicación *in vitro* no es mencionado entre las opciones presentadas a continuación, pero puede ser muy efectivo una vez que los clones superiores han sido identificados.

Las opciones 3 y 4 son las más recomendables cuando existen grandes extensiones de la variedad deseada (tabla 2). Cuando la fuente de plantas madre es más limitada, se necesita un período mayor, como se indica en las opciones 5 y 6 (tabla 3). Cuando la disponibilidad de hijos para la multiplicación es muy limitada, se necesita un período aún mayor para lograr el objetivo de 50,000 plantas como se indica en las opciones 7 y 8 (tabla 4).

**Tabla 2. Multiplicación de material de siembra procedente de plantaciones en producción (donde las enfermedades que requieren una cuarentena están ausentes)**

<b>Opción 3:</b> Cormos de plantaciones para siembra directa			<b>Opción 4:</b> Micro-cormos originados de cormos de plantaciones o viveros		
Pasos	Tiempo (meses)	Factores que afectan la multiplicación	Pasos	Tiempo (meses)	Factores que afectan la multiplicación
15 a 20 hectáreas de campo (1,000 plantas/ha) sembradas para producción de las cuales se extraerán los cormos.	10	1 planta produce de 2 a 5 cormos.	15 a 20 hectáreas de plantaciones en producción de donde los micro-cormos serán extraídos.	8	Una planta produce de 2 a 5 cormos.
50,000 hijos mondados y tratados para la siembra.	0.5	Pequeñas pérdidas por cormos que no brotan.	Micro-cormos mondados, tratados y creciendo en viveros.	2	Muy pequeñas pérdidas de plantas que no sobreviven al trasplante.
Total	10 a 11			10	



**Tabla 3. Multiplicación de material procedente de parcelas de multiplicación de hijos (donde las enfermedades que requieren cuarentena están ausentes)**

<b>Opción 5: Parcelas de multiplicación de cormos</b>			<b>Opción 6: Parcelas de multiplicación de micro-cormos</b>		
Pasos	Tiempo (meses)	Factores que afectan la multiplicación	Pasos	Tiempo (meses)	Factores que afectan la multiplicación
Plantación de 2 hectáreas sembradas de donde los cormos serán extraídos.	10	1 planta produce de 2 a 5 cormos.	Plantación de 2 hectáreas en producción, del cual los micro-cormos serán extraídos.	8	1 planta produce de 2 a 5 micro-cormos.
Parcela de multiplicación de hijos de 1 hectárea (50,000 plantas/ha) procedentes de cormos mondados y tratados.	10	1 planta produce 10 cormos.	Micro-cormos mondados, tratados y crecidos en viveros.	2	Pérdidas muy pequeñas de plantas que no sobreviven al trasplante.
			1 hectárea de multiplicación de micro-cormos (50,000 plantas por hectárea) procedentes de cormos mondados y tratados.	8	1 planta produce 10 micro-cormos.
			Micro-cormos mondados, tratados y crecidos en viveros.	2	Pérdidas muy pequeñas de plantas que no sobreviven al trasplante.
Total	20			20	



**Tabla 4. Multiplicación de material de siembra con plantas provenientes de yemas axilares (donde las enfermedades que requieren cuarentena están ausentes)**

<b>Opción 7:</b> Plantas de yemas axilares procedentes de cormos de campos en producción			<b>Opción 8:</b> Plantas de yemas axilares procedentes de cormos de parcelas de multiplicación		
Pasos	Tiempo (meses)	Factores que afectan la multiplicación	Pasos	Tiempo (meses)	Factores que afectan la multiplicación
Plantación de 1 hectárea en producción, de la cual se extraen los cormos.	10	1 planta produce de 2 a 5 cormos.	100 plantas sembradas para producción de los cuales se extraen los cormos.	10	1 planta produce de 2 a 5 cormos.
2,100 hijos en cámara de alta humedad.	6	1 cormo produce 25 plantas procedentes de las yemas axilares.	250 cormos en parcelas de multiplicación procedentes de cormos mondados y tratados.	8	1 planta produce 10 cormos.
Viveros con 50,000 plantas.	4	Pequeñas pérdidas de bolsas de vivero dañadas y plantas que no sobrevivieron al trasplante.	2,100 cormos en cámaras de alta humedad.	6	1 cormo produce 25 plantas provenientes de yemas axilares.
			Viveros con 50,000 plantas.	4	Pequeñas pérdidas de bolsas de vivero dañadas y plantas que no sobreviven al trasplante.
Total	20			28	



## CAPITULO 9: Claves para mejorar el material de siembra en la finca, en cuanto a servicios, materiales, información y quién los provee

Escoger entre las opciones antes descritas o armar una alternativa basada en una nueva combinación de los diferentes métodos requiere de un proceso de selección entre las amenazas y oportunidades enfrentadas por los productores y los requerimientos en materiales, servicios e información para implementar la alternativa. La tarea puede ser relativamente sencilla y requieren pocas modificaciones de los métodos actualmente bajo uso, pero también puede ser un reto complejo que exige el desarrollo de nuevas infraestructuras y el fortalecimiento de capacidades humanas e institucionales a mediano plazo.

En el desarrollo de un plan de acción para mejorar el material de siembra a nivel de los productores, las primeras preguntas a responder son: ¿qué es lo que queremos alcanzar y quién necesita saber qué para mejorar la situación?

En el caso de países o regiones que no tienen enfermedades que requieren de servicios especiales fuera de la finca, dos áreas principales merecen especial atención:

1. Los servicios de cuarentena necesitan ser reforzados para asegurar que los países o regiones permanezcan libres de enfermedades tales como el BBTV, la marchitez bacteriana (*Xanthomonas* y/o *Ralstonia*) y la raza tropical 4 de *Fusarium*.
2. El reforzamiento de capacidades debe concentrarse en el relativamente poco personal técnico que dirige y ejecuta procedimientos de cuarentena de plantas, con campañas públicas de sensibilización, dirigidas a quienes podrían representar el mayor riesgo de introducir involuntariamente material enfermo.

También, existen oportunidades para mejorar la capacidad de los productores de usar material de siembra de plantas madre superiores y con un nivel de infestación menor de fitonematodos y picudos. A través de mejores materiales de enseñanza y mejores ejercicios de campo en las escuelas técnicas, universidades y programas de formación de extensionistas, los productores tendrían mayores posibilidades de recibir una mejor asistencia técnica sobre la calidad del material de siembra.



Cuando una enfermedad como el BBTv está presente y se está difundiendo, los retos son numerosos simplemente para evitar pérdidas catastróficas. El BBTv está presente en números países incluyendo Australia, Filipinas y la República Democrática del Congo, países con muchos contrastes en cuanto a infraestructuras y recursos humanos para implementar soluciones. Australia está actualmente tratando de erradicar el BBTv, después de muchas décadas de reducción de su impacto y diseminación. Las Filipinas están recientemente desarrollando un programa de semilla limpia libre de BBTv para los variedades importantes del mercado local, basándose en un sector de cultivo de tejido altamente eficiente, el cual atiende principalmente las fincas de exportación de banano. Un esfuerzo previo para proveer de material de siembra libre de virus a través de los laboratorios de cultivo de tejido de las universidades tuvo un impacto limitado, aunque, hoy en día, estas universidades juegan un papel importante en la capacitación del personal técnico y de los agricultores. En República Democrática del Congo, el BBTv se ha diseminado a través del país, hacia zonas remotas de pequeña producción, desde hace algunas décadas, durante un período de disturbios civiles cuando los sectores público y privado estaban colapsando. Australia y Las Filipinas esperan lograr diferentes resultados con información y acciones dirigidas a diferentes interesados. En la República Democrática del Congo, las agencias públicas recién se están movilizand para discutir las necesidades de acción.

Para hacer frente a la demanda de materiales mejorados de siembra por los pequeños productores, los sectores público y privado en Australia y Las Filipinas tienen servicios clave, recursos humanos y materiales tales como laboratorios para pruebas de virus, compañías privadas de cultivo de tejido, virólogos y oficiales de campo de cuarentena. La República Democrática del Congo, por otro lado, enfrenta un reto doble: primero, determinar qué servicios adicionales y recursos materiales y humanos se necesitan para proveer material de siembra libre de BBTv y luego, implementar una estrategia, comenzando en las zonas de menor costo y mayores posibilidades de éxito.

Este manual se ha basado en décadas de investigación y desarrollo sobre métodos de multiplicación de materiales de siembra más eficientes y efectivos.

Sin embargo, la implementación de programas dirigidos a facilitar que los agricultores empleen un mejor material de siembra sigue siendo un reto de desarrollo considerable, más allá de los detalles y prácticas claves sobre los diferentes métodos de multiplicación.



## Referencias

- Adelaja BA.** 1996. Rapid on-farm propagation techniques for plantain, banana and pineapples. in: International conference on tropical fruits (Kuala Lumpur, 23-26 July 1996): proceedings Vol. 3. pp. 265-266.
- Adelaja BA.** 1995. Rapid on-farm multiplication technique for plantain and banana. *MusAfrica* 8:6.
- Arcila Pulgarín MI, JA Valencia M & FA Hernández.** 2002. Multiplicación rápida de semilla vegetativa por inducción de rebrotes. pp. 32-33 in: FE Rosales and LE Pocasangre Enamorado, eds. Oferta tecnológica de banano y plátano para América latina y el Caribe: una contribución de MUSALAC a la investigación y desarrollo de las Musáceas.
- Auboiron E.** 1997. La multiplication sur souche décortiquée. Fiche technique CRBP: Propagation rapide de matériel de plantation de bananiers et plantains. 4pp.
- Bakelana K & Mpanda.** 2000. Método de multiplicación del banano mediante el pelado del rizoma. *InfoMusa* 9(2):26-27.
- Bonte E, R Verdonck & L Grégoire.** 1995. La multiplication rapide du bananier et du bananier plantain au Cameroun. *Tropicultura (BEL)* 13(3):109-116.
- CIALCA & IITA.** 2010. Banana macropropagation. Disponible en: [http://www.cialca.org/files/files/extension\\_materials/macro-propagation\\_english.pdf](http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/macro-propagation_english.pdf).
- Coto J, JF Aguilar & DT Krigsvold.** 2002. Producción de cormos de plátano para siembra directa en campo. pp. 47-48 in: FE Rosales and LE Pocasangre Enamorado, eds. Oferta tecnológica de banano y plátano para América latina y el Caribe: una contribución de MUSALAC a la investigación y desarrollo de las Musáceas.
- Coyne D, A Wasukira, J Dusabe, I Rotifa & T Dubois.** 2010. Boiling water treatment: A simple, rapid and effective technique for nematode and banana weevil management in banana and plantain (*Musa* spp.) planting material. *Crop Protection* 29:1478-1482.
- Crops Research Institute.** 1995. Split-corm technique: appropriate technology for rapid multiplication of plantain suckers. *MusAfrica* 6:1-2.
- Dantas JLL.** 1990. Bananeira: propagacao rápida traz vantagens. *Lavoura* 93:36-37.
- Dantas, JLL, K Shepherd & EJ Alves.** 1987. Eficiencia da propagacao rapida da bananeira a partir do fermento de gemas *in vivo*. pp. 325-332 in: JJ Galindo, R Jaramillo Celis, eds. ACORBAT 85: Memorias VII Reunión.
- Dantas JLL, K Shepherd & EJ Alves.** 1986. Propagação rapida da bananeira. *Informe Agropecuario* 12(133):33-38.



- Faturoti B, A Tenkouano, J Lemchi & N Nnaji.** 2002. Rapid multiplication of plantain and banana - Macropropagation technique: a pictorial guide. IITA, Ibadan, Nigeria.
- Fitchet M & W De Winnaar.** 1987. Rapid multiplication of bananas. *Subtropica* 8(7):11-12.
- Fraser C & K Eckstein.** 1998. Plantlet size and planting method for tissue culture banana plants. *Acta Horticulturae* 490:159-165.
- Galán Saúco V & JC Robinson.** 2010. Field establishment of *in vitro*-produced banana plants. *Fruits* 65(1):43–51. DOI: 10.1051/fruits/2009041.
- Grisales López FL.** 1994. Técnica rápida de multiplicación de plátano en Colombia. *InfoMusa* 3(2):7.
- Hotsonyame GK.** 1992. Establishment of plantain nurseries as a means of rapid multiplication of planting materials and their subsequent performance in the field. *Tropical Science* 32(4):335-342.
- Jiménez R.** 2002. Producción rápida de propágulos a partir de retoños en Musáceas. pp. 62-63 in: FE Rosales and LE Pocasangre Enamorado, eds. Oferta tecnológica de banano y plátano para América latina y el Caribe: una contribución de MUSALAC a la investigación y desarrollo de las Musáceas.
- Kwa M.** 2003. Activation de bourgeons latents et utilisation de fragments de tige du bananier pour la propagation en masse de plants en conditions horticoles *in vivo*. *Fruits* 58(6):315-328.
- Kwa M.** 2002. New horticultural techniques of mass production of bananas: the PIF technique (plants issued from stem bits). Technical data sheet CARBAP. 2pp.
- Kwa M.** 2000. Techniques horticoles de production de masse de plants de banane : la technique des plants issus de fragments de tige (PIF). Fiche technique CARBAP. 4pp.
- Kwa M.** 1998. Production de rejets chez les bananiers en cultures intensives. *Fruits* 53(6):365-374.
- Lefranc LM, T Lescot, C Staver, M Kwa, I Michel, I Nkapnang & L Temple.** 2010. Macropropagation as an innovative technology: lessons and observations from projects in Cameroon. T Dubois, S Hauser, C Staver and D Coyne, eds. International Conference on Banana and Plantain in Africa on Harnessing International Partnerships to Increase Research Impact. *Acta Horticulturae* 879:727-733.
- Lescot T & C Staver 2010.** Bananas, plantains and other species of Musaceae. pp 15-31 in: FAO Quality Declared Planting Material. Protocols and standards for vegetatively propagated crops. FAO Plant Production and Protection Paper 195. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1195e/i1195e00.pdf>.



- Marcelino L & V. González.** 2002. Manejo de cormitos de plátano AAB, para la producción de plantas en viveros. pp. 67-69 in: FE Rosales and LE Pocasangre Enamorado, eds. Oferta tecnológica de banano y plátano para América latina y el Caribe: una contribución de MUSALAC a la investigación y desarrollo de las Musáceas.
- Molina A.** 1987. Sistema de propagación rápida de banano (*Musa* AAA). Método alternativo entre el convencional y el de cultivo de tejidos. ASBANA 11(28):12-15.
- Muñoz C & H Vargas.** 1996. Evaluación de la metodología de “multiplicación rápida” en plátano (*Musa* AAB). Corbana Revista 21(46):141-144.
- Nkakwa AA & MM Yemon.** 2003. Steps and stages in the mass propagation of clean plantain suckers: the Bud Manipulation Technique (BMT): a handbook for extension workers and farmers. VESMA, Camerún. 12pp.
- Noupadja P.** 2000. Techniques horticoles de production de masse de plants de banane : la multiplication rapide et intensive des rejets de bananier plantain par la technique de fausse décapitation. Fiche Technique CARBAP. 4pp.
- Pillay M, CA Cullis, D. Talengera & L Tripathi.** 2011. Chapter 15. Propagation methods *in Musa*. pp. 285–303 in: M Pillay and A Tenkouano, eds. Banana Breeding - Progress and Challenges. CRC Press.
- Robinson JC & V Galán Saúco.** 2009. Weaning (acclimatization) of *in vitro*-produced banana plants. Fruits 64:325–332.
- Robinson JC & V Galán Saúco.** 2009. Nursery hardening of *in vitro*-produced banana plants. Fruits 64:383–392.
- Rosales FE, JM Alvarez & A Vargas.** 2008. Guía práctica para producción de plátano con altas densidades: experiencias de América Latina y El Caribe. FE Rosales, ed. Bioversity International, Montpellier, Francia. 28pp.
- Sadom L, K Tomekpé, M Folliot & F Côte.** 2010. Comparaison de l'efficacité de deux méthodes de multiplication rapide de plants de bananier à partir de l'étude des caractéristiques agronomiques d'un hybride de bananier plantain (*Musa* spp.). Fruits 65:3-9.
- Staver C, G Blomme, E Karamura, T Lescot & I van den Bergh.** 2010. Targeting Actions to Improve the Quality of Farmer Planting Material in Bananas and Plantains – Building a National Priority-setting Framework. Tree and Forestry Science and Biotechnology 4 (Special Issue 1):1-10.
- Wilson GF, D Vuylsteke & R Swennen.** 1987. Rapid multiplication of plantain: improved field technique. pp. 24-26 in: International cooperation for effective plantain and banana research: proceedings of the third meeting - IARP, International Association for Research on Plantain and Bananas, Ibadan.



## Glosario

### **Altas densidades de siembra**

Sistema de producción de monocultivo con ciclos anuales (o un solo ciclo) que debe considerarse como una nueva alternativa tecnológica de producción cuya base es la alta densidad de siembra (AD), la cual sin embargo depende de varias actividades que se apoyan y complementan entre sí. Se podría decir que es un sistema aditivo, en el cual cada vez que se elimina uno de sus componentes (densidad superior a 2500 plantas/ha; semillas uniformes, sin hijos, no siembras directas, agua bajo control, etc.), se reduce el total productivo esperado. (Fuente: Rosales FE et al. 2008. Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades).

### **Bráctea**

Hoja especializada que desarrolla en su axila una sola flor o inflorescencia.

### **Decapitación**

Destrucción, antes de la aparición de la flor, de la fuente de nuevas hojas y de la flor en el centro del pseudotallo para estimular la formación de nuevos retoños.

### **Estrés abiótico**

Factores que reducen la tasa de crecimiento y tamaño del racimo de los bananos, como el exceso o la falta de agua, la falta de macro u micronutrientes, el exceso de elementos tóxicos, temperaturas exteriores fuera del rango óptimo para el crecimiento y rendimiento y niveles de luz inferiores al nivel óptimo.

### **Exudado**

Savia de la planta que rezuma cuando el tejido está cortado o dañado.

### **Falsa decapitación**

Impedancia de la aparición del brote floral por medios distintos de la destrucción (ver decapitación) que también estimula la formación de nuevos retoños en el marco de un plan de multiplicación de retoños.

### **Lineas monoclonales**

Selección intensiva de plantas individuales de alta productividad con características deseables, multiplicadas por cultivo de tejidos que resultan en plantaciones altamente uniformes basadas en una variabilidad genética limitada.



**Meristemo**

Una región localizada de división rápida de células no diferenciadas de las cuales surgen nuevas células que se diferencian en tejidos especializados. Los meristemos se encuentran en áreas de crecimiento como las raíces o los brotes. En el banano, el meristemo apical es en primer lugar vegetativo y después reproductivo (inflorescencia). (Fuente: Lassoudière, 2007. Le bananier et sa culture).

**Vivero de adaptación**

En un vivero de adaptación, las condiciones de crecimiento de las plantas tiernas se cambia gradualmente de la sombra parcial a pleno sol o casi. Este proceso es útil para permitir que el material de siembra que es pequeño con limitado potencial de crecimiento genere raíces y área foliar. El propósito de un vivero de adaptación es preparar las plantas para el trasplante a condiciones de campo con un aumento de luz y una mayor fluctuación en la temperatura, humedad relativa y agua.

**Vivero de desarrollo**

Vivero inicial para la aclimatación artificial en condiciones *in vivo* de las plantas cultivadas *in vitro*. Se requiere un ambiente de alta humedad con temperaturas moderadas. También deben evitarse la fluctuación de la temperatura y el viento. Este vivero permite a la planta de desarrollar raíces y generar área foliar antes del traslado a un vivero de adaptación. Una vez que las plantas estén en pleno crecimiento, se trasplantan a un recipiente más grande y se describen como plantas *ex vitro*.







